



سلسلة من كل علم خبر الاكتشافات الكبيرة

العالم يبدل معالم وجهه

(٢٠)

• «الميكروفيلم» يضع مكتبة في حقيبة

• الكلام المنقول في ملك

• الترام والقاطرة الكهربائية تؤامان



Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

مكتبات مكتبة سكير

شارع غورو - بيروت

تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦-٨٥

صورة مصغرة لصحيفة باريسية تعود لحصار (١٨٧٠ -
١٨٧١) ، وطريقة تعليق الرسائل بريش الحمام الزاجل .
يظهر على إحدى هذه الريشات رقم التسجيل البريدي .

« الميكروفيلم » يضع مكتبته في حقيبت



« مسكة ريشة تذكارية » تحمل في وسطها عدسة
مجهرية استيريوسكوبية ، من اختراع دغرون .

لم يكن « لرينيه دغرون » من العمر إلا
عشرون سنة ، عندما استهواه ^(١) فن التصوير .
فقد حسن تحضير مادة « الكلوديون »
(وهو الغشاء الذي تنطبع عليه الصور في
اللوحات) وحصل على فلم بلغ من النقاوة
والصفاء حدًا ، باتت معه الصور قابلةً
للتكبير ، دون أن يظهر فيها أي عيب .
وهكذا تمكن من انتاج صورٍ مجهريةٍ
ممتازة . وهو صاحب ذلك « المجهر المصغر
الإستيريوسكوبي » ، المؤلف من قضيب
صغير من الزجاج ، يحمل في طرفه الأول
نصف لؤلؤة من البلور ، وفي طرفه الثاني
الصورة المراد تكبيرها . وكم من المشاهد ،
وكم من الأبنية الأثرية قد زُجَّ ^(٢) هكذا
في حجر سوار أو « مسكة ريشة تذكارية » !



مِثْلُ هَذِهِ التُّخَفِ الصَّغِيرَةِ عَرَفَ ، فِي مَا مَضَى ، نَجَاحاً كَبِيراً .

إِلَّا أَنَّ أَحْدَاثَ حَرْبِ ١٨٧٠ - ١٨٧١ ، أَتَاكَتْ (٣) لِلْمُخْتَرِعِ فُرْصَةً اسْتِعْمَالِ طَرِيقِهِ ، لِأَهْدَافٍ جَدِيدَةٍ مُجَدِّدَةٍ (٤) . وَهَكَذَا اسْتَدْعَتْهُ وَزَارَةُ الدِّفَاعِ لِلإِفَادَةِ مِنْ إِمْكَانَاتِهِ . كَانَ الْكِيمِيَاءِيُّ « بَارْزَوِيل » قَدْ اقْتَرَحَ التَّصْوِيرَ عَلَى الْوَرَقِ ، لِنَقْلِ « الْبَرَقِيَّاتِ » الْمُرْسَلَةِ بِوَسِيطَةِ الْحَمَامِ الزَّاجِلِ (٥) . فَإِذَا بَيَّنَّتْ « دَغْرُون » تَتِمَّكَّنُ مِنْ مِضَاعَفَةِ (٦) قُدْرَةِ الإِرْسَالِ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ ، بَعْدَمَا تَوَفَّرَتْ إِمْكَانِيَّةُ تَصْغِيرِ الصُّورِ وَتَخْفِيفِ وَزْنِهَا .

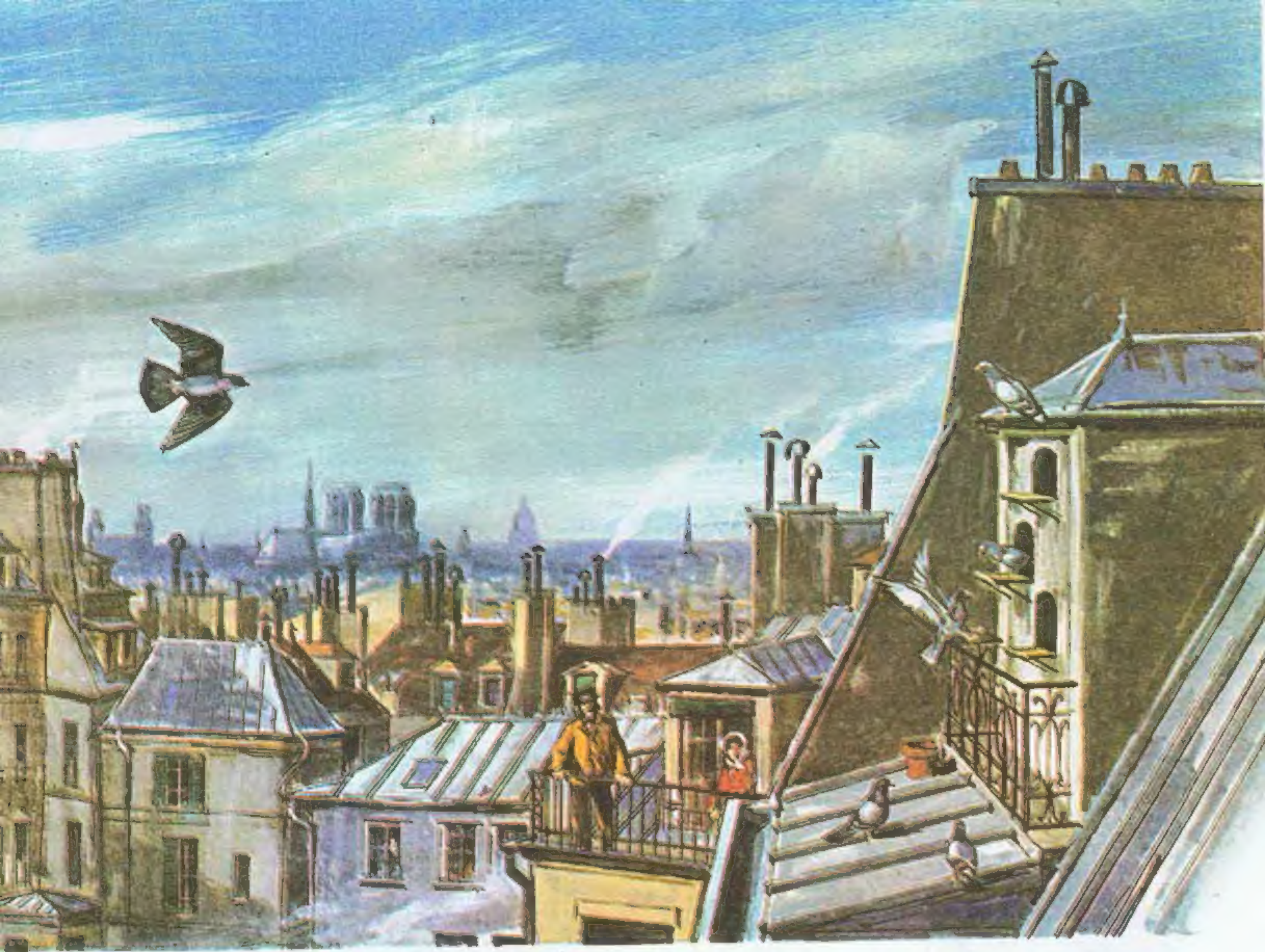
كُلَّفَ « دَغْرُون » بِمِهْمَةٍ خَاصَّةٍ ، فَاسْتَطَاعَ أَنْ يَغَادِرَ بَارِيسَ الْمُحَاصَرَةِ ، بِوَسِيطَةِ مِئْطَادٍ ، لِيُقِيمَ مَرْكَزَ خِدْمَاتِهِ فِي مَدِينَةِ « تَوْر » ، ثُمَّ فِي مَدِينَةِ « بوردو » . وَلَقَدْ تَمَكَّنَتْ أَوَّلُ حَمَامَةٍ أُطْلِقَتْ فِي اتِّجَاهِ الْعَاصِمَةِ ، مِنْ أَنْ تَحْمِلَ ثَلَاثَةَ عِشْرِينَ أَلْفَ رِسَالَةٍ مِصَوَّرَةٍ ، دَفْعَةً وَاحِدَةً . كَانَتْ الْإِدَارَةُ تُسَلِّمُ « دَغْرُون » رِسَائِلَهَا مَطْبُوعَةً عَلَى وَرَقٍ مِنَ الْقِيَاسِ الْعَادِيِّ الْكَبِيرِ ، قِيَاسِ الْجَرِيدَةِ الرَّسْمِيَّةِ . وَكَانَ « دَغْرُون » يَصَوِّرُهَا مِصْغَرَةً عَلَى أَفْلَامٍ مِنْ قِيَاسِ

٥ سِتِّم . عَلَى ٣ سِتِّم . ، عَلَى أَنْ تَتَّسِعَ الصُّورَةُ الْوَاحِدَةُ لِمَا يَعَادِلُ سِتَّ عَشْرَةَ صَفْحَةً ، أَيْ مَا يَعَادِلُ أَلْفَيْنِ أَوْ ثَلَاثَةَ أَلْفِ بَرَقِيَّةٍ .

كَانَتْ هَذِهِ الْأَفْلَامُ تُلَفُّ وَتُدَسُّ (٧) فِي أَنْبُوبٍ يُخْتَمُ طَرَفَاهُ ، وَيُثَبَّتُ فِي رِيشَةٍ مِنْ رِيشَاتِ ذَنْبِ الطَّائِرِ الزَّاجِلِ . وَهَكَذَا كَانَتْ الْحَمَامَةُ الْوَاحِدَةُ تَسْتَطِيعُ أَنْ تَنْقُلَ حَتَّى خَمْسَةَ عَشَرَ فَلَمًّا ، أَيْ مَا يَعَادِلُ خَمْسَةَ وَأَرْبَعِينَ أَلْفَ بَرَقِيَّةٍ أَوْ رِسَالَةٍ ، لَا يَزِيدُ وَزْنُهَا الْإِجْمَالِيَّ عَلَى نِصْفِ غَرَامٍ .

هَكَذَا صَارَ نَقْلُ الْبَرِيدِ ، الَّذِي طُبِّقَ فِيهِ مَبْدَأُ الْأَفْلَامِ الْمِصْغَرَةِ أَوَّلًا ، وَاحِدًا مِنْ أَهَمِّ الْمَجَالَاتِ الَّتِي اعْتُمِدَ فِيهَا مَبْدَأُ التَّصْوِيرِ الْمِصْغَرِ . وَلَقَدْ نَقَلَتْ الطَّائِرَاتُ فَوْقَ الْمُحِيطَاتِ ، فِي أَثْنَاءِ هَذِهِ السَّنَوَاتِ الْأَخِيرَةِ ، عَدَدًا لَا يُحْصَى مِنَ الرِّسَائِلِ الْمِصَوَّرَةِ عَلَى أَفْلَامٍ صَغِيرَةٍ .

أَمَّا حَقْلُ الْوُثَائِقِ وَالْمَعْلُومَاتِ ، فَقَدْ أَفْسَحَ لِلْفِيلْمِ الْمِصْغَرِ مَجَالًا رَحْبًا ، لَا يَزَالُ يَتَّسِعُ يَوْمًا بَعْدَ يَوْمٍ . وَهَكَذَا صَارَ الْفِيلْمُ الْمِصْغَرُ قَادِرًا عَلَى تَزْوِيدِ الْعَالَمِ وَالْبَاحِثِ ، بِصُورٍ أَمِينَةٍ دَقِيقَةٍ لِفُصُولِ كَامِلَةٍ مِنْ كِتَابٍ



في أثناء الحصار الذي ضرب حول باريس ، في حرب (١٨٧٠ - ١٨٧١) ، وصولُ طيور الحمام الزاجل ، محملاًً بأخبار فرنسا الحرة ، قادمةً من مدينة «تور» حيث أقام دَغرون مركز هذا البريد الجديد ، بعد فراره من باريس بواسطة منطاد «رنيسي» . بُرج الحمام يستحيل مركزاً تابعاً لوزارة البرق والبريد .

نادر ، أو بُنسخ مصوِّرة لمقالة ، دونما حاجة الى إقتناء الكتاب أو المجلة .
إنَّ ما تُقدِّمه مراكز الوثائق والمستندات من فوائد وخدمات ، عن طريق الأفلام المصغِّرة ، وفي مختلف الحقول العلميَّة والتقنيَّة والادبيَّة والفنيَّة والتربويَّة ، جليلٌ غنيٌّ عن البيان ^(٨) . فلا عجب إن تعدَّدت

مراكز هذه الخدمات . هذا ، مع العلم بأنَّ الصور المصغِّرة تسمَحُ بتوفير المخطوطات والكتب الأصليَّة النادرة ، أو السريعة العطب ^(٩) ، والتي يُمكنُ المحافظة على مضمونها وإنقاذها من الضياع ، حتَّى لو تَلَفَت ^(١٠) النسخُ الأصليَّة نفسها .
تُؤخَذُ صورُ الأفلام المصغِّرة وفقاً

لإيقاعٍ سريع ، ولذا تسهّل قراءتها ،
بواسطة جهاز خاص يسمَح ، إمّا بإلقاء

الصُّور المكبَّرة على شاشة الجهاز نفسه ، أو
بالقائها على شاشة مستقلة أو جدار.

التفسير

- ١- إستهواه الفن : إستماله ، اجتذبه .
- ٢- زَجَّ : أدخل ، دَسَّ .
- ٣- أتاح الفرصة : وفرها ، فتح لها مجالاً .
- ٤- مُجدية : نافعة .
- ٥- الحمام الزاجل : الحمام الذي كان يُكَلَّف بحمل البريد .
- ٦- مضاعفة القدرة : زيادتها .
- ٧- تُدَسُّ في أنبوب : تُدخَل .
- ٨- غنيٌّ عن البيان : لا يحتاج الى تفسير .
- ٩- سريع العطب : ضعيف ، سريع التلف .
- ١٠- تَلَفَ الشيءُ : فسد .

الاسئلة

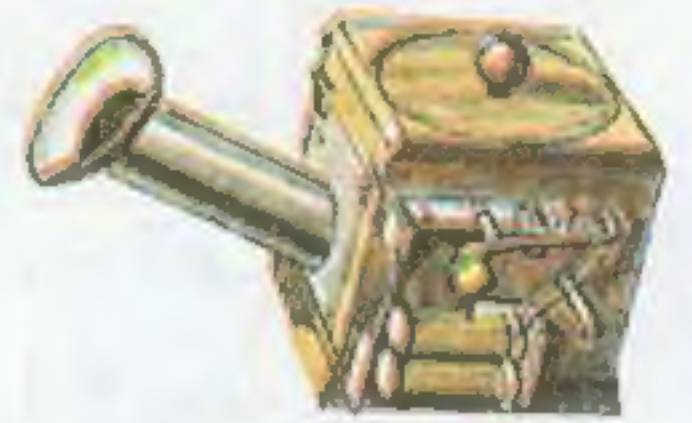
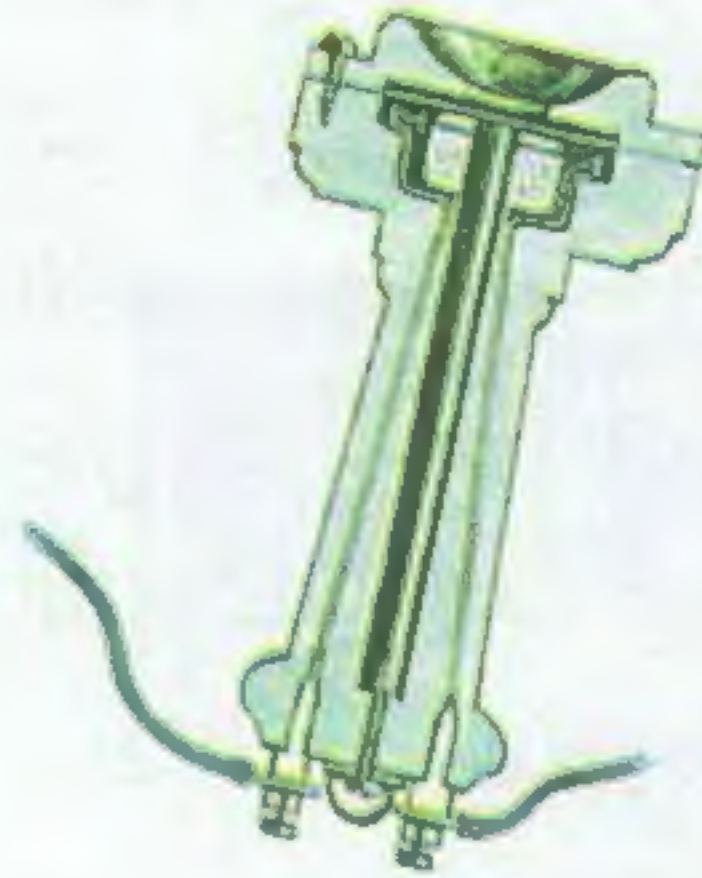
- ١- ما هو فضل «رينيه دغرون» على فنّ التصوير؟
- ٢- أيّ نوع من الألعاب والتحف صنّع ؟
- ٣- بمَ كلّفته وزارة الدفاع ؟ وبأيّة مناسبة ؟
- ٤- كيف أمّن دغرون نقل العدد الكبير من الرسائل ؟
- ٥- كم رسالة مصوّرة حملت أوّل حمامة زاجلة ؟
- ٦- كيف يُطبّق مبدأ التصوير المصغّر ، في مراكز الوثائق ؟
- ٧- كيف تخدم هذه الطريقة المخطوطات والكتب النادرة ؟



١- يوم ١٠ آذار ١٨٧٦ التاريخي الذي أطلق فيه «غراهام بل» - على غير قصد منه - أول نداء تلفوني. صحيح ان ذاك النداء لم يغطّ غير مسافة قصيرة، هي المسافة الفاصلة بين طاولة المختبر والغرفة المجاورة التي كان يقيم فيها المساعد؛ إلا أن الاختبار كان مقنعاً كل الإقناع، فبه قد وُلِدَ «الهاتف»!

٢- الجهاز اللاقط في تلفون «رايس».

٣- جهاز «بل» من الداخل.



الكلام المنقول في سلك

تستدعي الكثير من الرجال والطويل من الأنفاس.

ولكن، كيف السبيل إلى نقل الصوت البشري إلى مسافات بعيدة؟ في القرن السابع عشر، اختبر العالم الانكليزي

كان للغالين منادوهم القادرون، على حدّ قول «يوليوس قيصر»، على حمل رسالة، من مدينة «أورليان» إلى مدينة «جرغوفيا»، في أقلّ من اثني عشرة ساعة. كانت المهمة، من غير شك،

« روبرت هوك » الهاتف السلكي ؛ وحاول البعض اختبار الأنابيب السمعية . وفي القرن التالي ، عام ١٧٨٢ ، اقترح الأب البندكتي « دوم غوتي » استعمال انبوب يحمل الصوت الى مسافة ٨٠٠ متر. إلا أن النهج^(١) الذي انتهجه^(٢) الفيزيائي الألماني « فيليب راييس » ، ابتداءً من سنة ١٨٦١ ، كان أقرب الى تحقيق الغاية المرجوة^(٣) : فقد اعتمد^(٤) غشاءً يهزه الصوت ، فيفتح بسرعة اهتزازاته دائرة كهربائية ويقفلها على التوالي ؛ وهو لعمرى المبدأ الذي كان قد ذكره العالم الفرنسي « بارسون » .

كان « غراهام بل » (١٨٤٧ - ١٩٢٢)



١ و ٢ - أول جهازي هاتف استُعملا في الولايات المتحدة .

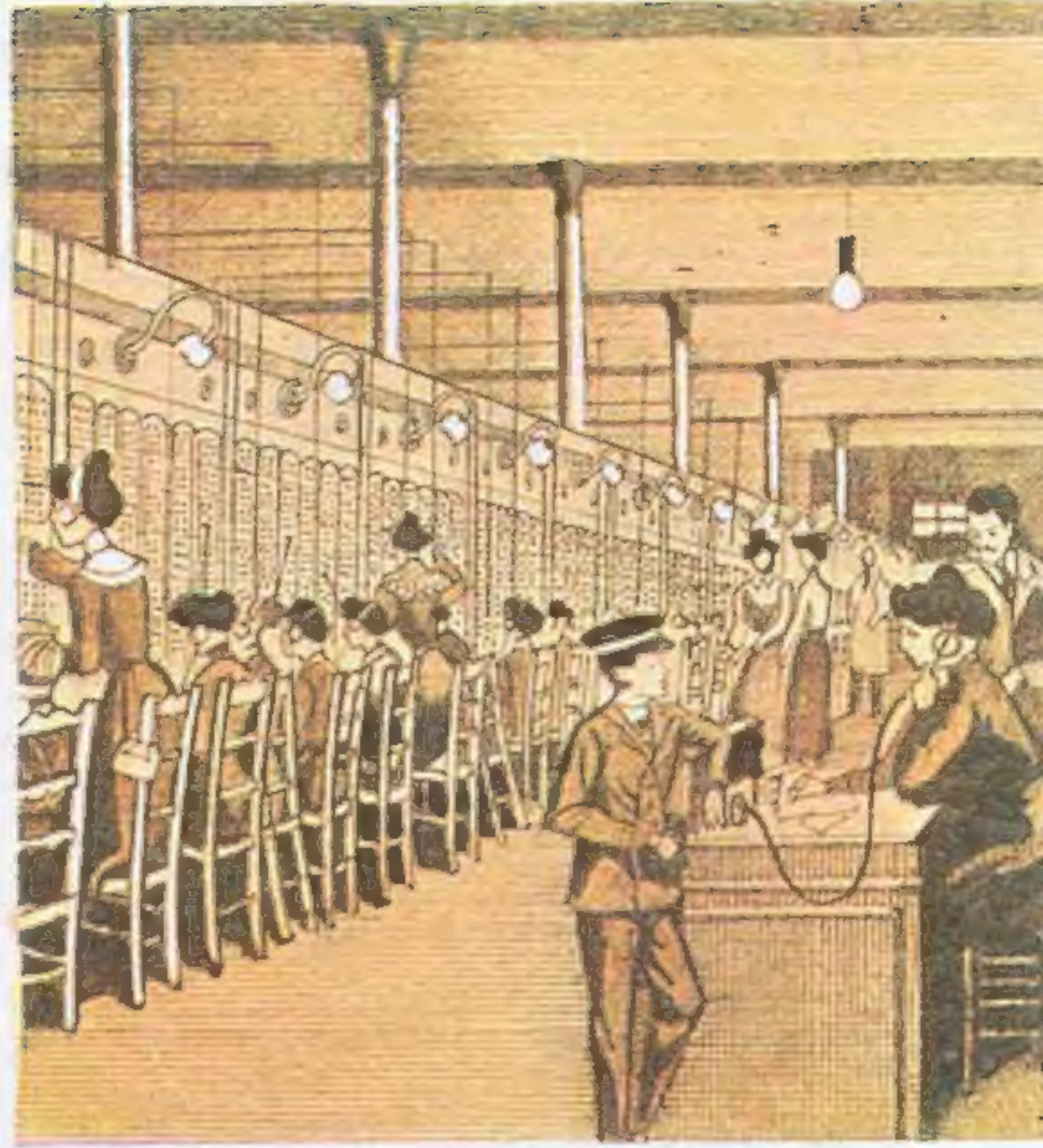
٣ - أول جهاز آلي في شيكاغو .

الأميركي ، الاسكتلندي الأصل ، ابن معلم في فن الإلقاء كان قد بحث بعناد عن وسيلة يعلم بها الكلام أولئك الذين وُلدوا طرشاً . فتحمس هو نفسه لهذا الموضوع ، وبلغ به الحماسُ حدًا حملَه على الزواج من فتاة ، ابنة ثماني عشرة سنة ، مصابة بصمم كلي . ولما صار « بل » استاذ الفيزيولوجيا الصوتية في معهد « بوستن » ، تابع أبحاثه فيه ؛ ولسوف يأتي اختراعُ التلفون (الهاتف) نتيجة اهتمامه الرئيسي ، ونتيجة خطأ ترجمة في آن معاً . والواقع انه ، فيما كان يقرأ كتاب « هيلمهولتز » الكلاسيكي في الاحساسات السمعية ، وفي نسخته الأصلية ، خيل اليه ، وقد اساء فهم احد المقاطع ، أن المؤلف ، نجح في نقل الصوت بواسطة سلكٍ حامل للكهرباء ، وذلك بتحويل الاهتزازات الصوتية الى اهتزازات كهربائية ، ثم بتحويل الاهتزازات الكهربائية الى اهتزازات صوتية . منذ ذاك الحين ، آلى على نفسه^(٦) ألا يوفر جهداً في سبيل تحقيق هذا الاختبار « بدوره » . فركب جهازاً (استعار له اسم « تلفون » الذي كان « راييس » قد نحتَه) يتألف من غشاء لين جداً من الحديد اللدن^(٧) ، موضوع امام قضيب مُمَغْنَط^(٨) لَفَّ حوله سلك

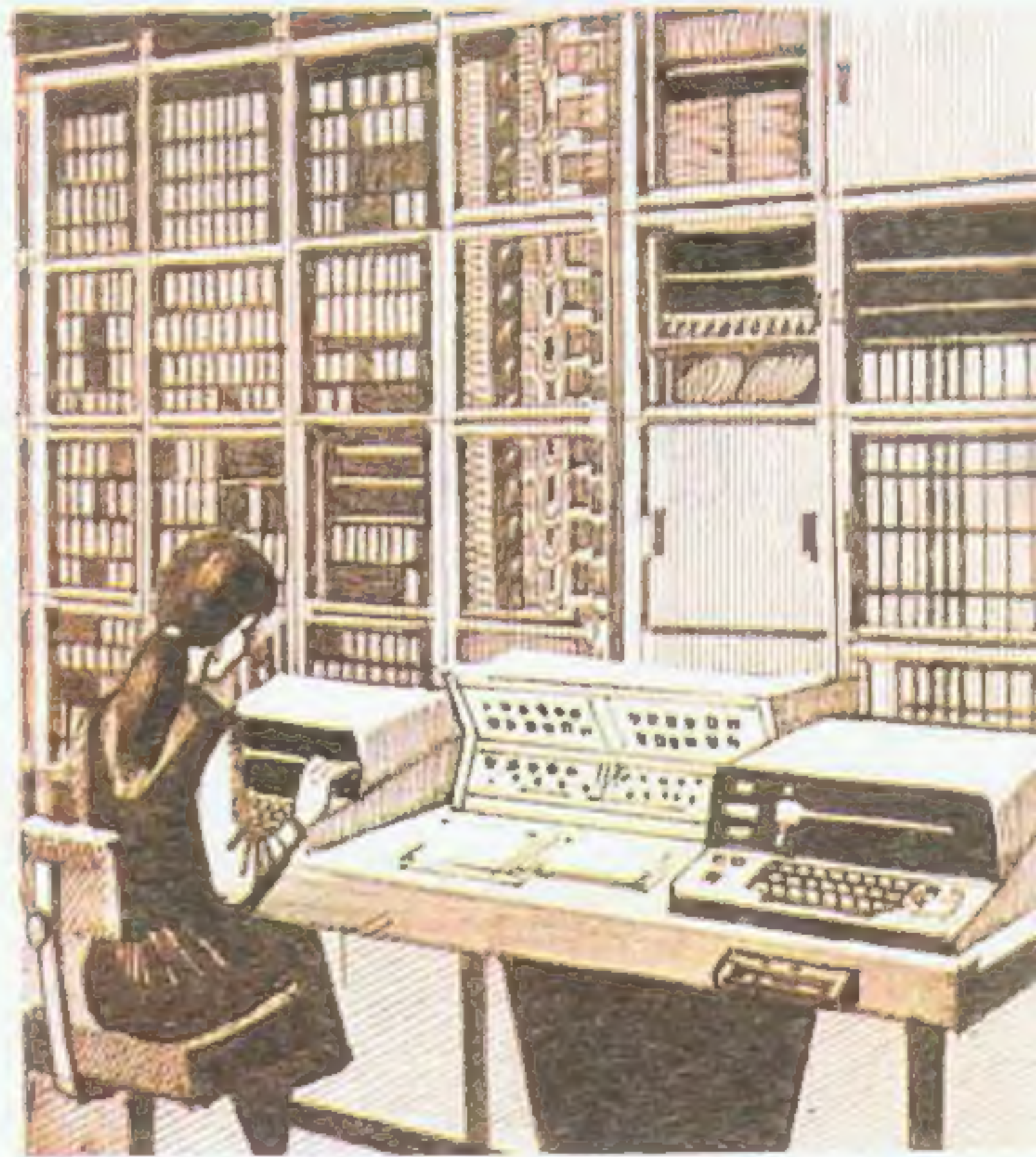
نحاسيَّ معزول . ينطلق من هذا الجهاز خطُّ ذو سلّكين ، فيصله بجهاز آخر مماثل ، على أن يقوم كلا الجهازين بوظيفة الإرسال الاستقبال . فعندما يتكلّم أحد أمام أحد هذين الجهازين ، يهتزّ الغشاء فيغيّر الحقل المغنطيسيّ القائم ، ويستحثّ في السلك الملفوف على القضيب الممغنط تياراتٍ تنتقل إلى الجهاز الآخر ، حيث تُثير تقلّبات الحقل المغنطيسيّ اهتزازات الغشاء ، وتعيد الكلام إلى أصله الصوتي .

أمّا تاريخ تحقيق هذا الاختبار فهو ١٠ آذار عام ١٨٧٦ ، وهو اليوم الذي جرى فيه حادث مختبر جعل « بل » يهتف قائلاً : « تعال إلى هنا يا « وتسن » ، فانا بحاجة إليك ! » فاذا بمساعدته يُقبل مسرعاً ، وقد سمع الهاتف بواسطة التلفون ، وهو في الغرفة المجاورة ، وكانت الفرحة الكبيرة ! وما لبث التلفون أن تحسن بفضل الميكروفون الذي اخترعه « هيوغ » وطوّره « آدر » ، فلاقي نجاحاً باهراً . عندما توفّي « بل » ، كان ما لا يقلّ عن سبعة عشر مليون جهاز من أجهزة الهاتف يعمل في الولايات المتحدة . وكانت باريس أوّل مدينة أوروبية زوّدت بشبكة هاتفية (١٨٨٠) .

أمّا اليوم ، وقد أفاد الهاتف من خدمات



مركز رئيسي للهاتف حوالي ١٩٠٠ .



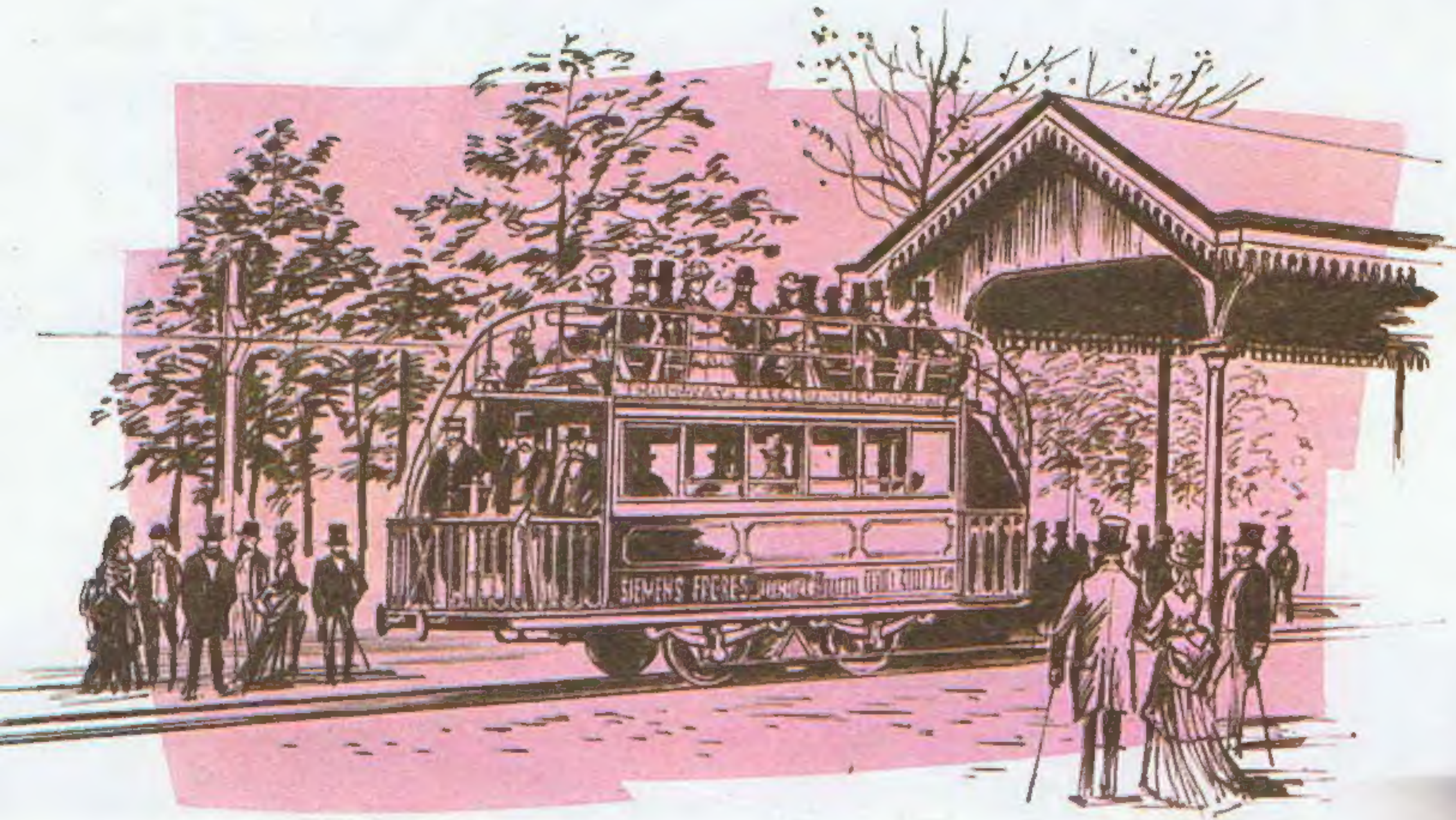
في « كلامار » ، « بيركليس » أو مركز الهاتف الإلكتروني وهو هاتف الغد .

الالكترونية ، واصبح آلياً ، فقد غدا أداة
لا يستغني عنها أحد ، وغدت المخابرات
الهاتفية في العالم تحصى سنوياً بالمليارات ؛
هذا مع العلم بأنّ قسماً منها ينتقل اليوم ،
على موجات الأثير ، بدل انتقاله على
الاسلاك !

التفسير

الاسئلة

- ١ - النهج : الطريقة .
- ٢ - إنتهج : سار على نهج .
- ٣ - المرجوة : المأمولة ، المنتظرة .
- ٤ - اعتمد : استعمل .
- ٥ - الصمّم : الطّرش .
- ٦ - آلى على نفسه : تعهّد ، أقسم .
- ٧ - اللّذن : الطريء .
- ٨ - مُمغنط : مزوّد بالمغنطيس .
- ١ - كيف كان الغالبون ينقلون الرسائل الصوتية ؟
- ٢ - ما هي الطريقة التي اعتمدها فيليب رايس ؟
- ٣ - عمّ كان يبحث « والد غراهام بل » ؟
- ٤ - صف الجهاز الذي ركّبه « غراهام بل »
- ٥ - متى حصل أول اختبار للتلفون ؟ وما هو عامل الصدفة فيه ؟
- ٦ - هل رأى غراهام بل نجاح الهاتف ؟



ترام «سيمنز» الذي عُرضَ بنجاح كبير في معرض الكهرباء في باريس سنة ١٨٨١.

الترام والقاطرة الكهربائيّة توأمان

قال «وِرْنِر فُون سِيْمِنز» (١٨١٦ - ١٨٩٢)، في مذكّراته، ما معناه أنّ اختراعاته، على أهميّتها وكثرة عددها، قد استغرقت في تحقيقها، سحابةً من الزمن تُقاربُ نصفَ قرنٍ؛ وأنّها لو وُزِّعَتْ على عددِ هذه السنوات، لَمَّا كانت الاختراعات المنجزة^(١) في السّنة الواحدة كثيرةً يُفاخر بها... ولا يخفى ما في هذا القول من تواضعٍ خبيث!

الواقعُ أنّ هذا الضابطَ القديم، الذي عمل في سلاح المدفعية البروسية، أسّس،

أَوَّلَ الأمر ، شَرِكَةُ للمصنوعات الكهربائيّة المتّصلة بتركيّب الخطوط البرقيّة ، سيُكتب لها أن تُصبح ، في هذا المجال ، أهمّ شركة في العالم . ثمّ إنّ آلة « غرام » المحسّنة ستُصبح ، بين يديّه ، تلك المولّدّة الكهربائيّة الجبارة التي سيستعملها بخاصّة في جرّ العربات .

وهكذا فقد سِير في ضواحي برلين ، عام ١٨٨١ ، أوّل ترام كهربائي سار على خطّ حديديّ مزدوج . وما كان ذلك الترام إلاّ عربة خيل ، أُدخِلت عليها التعديلات الملائمة . ولم تمرّ سنوات قلائل ، حتّى تمّ أخذُ التّيار الكهربائي بواسطة ذراع هوائيّة خاصّة .

كلمة « ترام » في اللغة الانكليزية ، تعني سكة مسطّحة والواقع أنّ « الترامواي » عربة تجري على خطّ حديديّ ، مُكوّن من سكتين مسطّحتين مُثبتتين في الأرض . حتّى ذلك التاريخ ، كانت عربات الترام تعتمد^(٢) قوّة الجرّ الحيوانيّة ، إلاّ أنّها بعد اعتمادها الكهرباء ، تطوّرت كثيراً ، وقدّمت للنقلّيات في المدن وضواحيها ، خدمات عظيمة . ولقد حلّت محلّها في

أيّامنا سيّارات الأتوبيس وعربات « التروليبس » ، وهي عربات تجمع بين الأتوبيس والترام الكهربائي .

كان « سيمنز » ، منذ عام ١٨٧٩ ، قد قدّم ، لمعرض برلين الصناعيّ ، قاطرته الكهربائيّة الأولى ، التي وضع تصميمها لخدمة المناجم ، فكانت تجرّ وراءها ثلاث عربات ، على خطّ دائريّ الشكل يبلغ طوله ٣٠٠ متر .

بُنيت ، سنة ١٨٩٩ ، أوّل قاطرة كهربائيّة مهيّأة للسّير على خطّ حديديّ عاديّ ، وسنة ١٩٠٣ ، أُخرجت شركة « سيمنز » قاطرة أخرى ، بلغت سرعتها ٢١١ كيلومتراً في الساعة .

ولكنّ استبدال القاطرات البخاريّة ، تلك المصانع الحراريّة الجارية ، ذاتِ الفعالية الضئيلة ، كان يتطلّب تأمين مصادر كهربائيّة^(٣) كبيرة . ولذا ظهرت القاطرات الكهربائيّة أولاً على خطوط المناطق الجبلية الصعبة ، الغنيّة بالفحم الأبيض^(٤) ، وبخاصّة في سويسرا .

أمّا كهربيّة^(٥) الخطوط الحديدية الفرنسيّة ، فقد بدأت سنة ١٩٠٠ ، عندما



قطار سريع تجرّه قاطرة من طراز ب . ب . التي حطمت رقم السرعة القياسي على الخطوط الحديدية . تستمد محركات هذه القاطرة طاقتها من الكابل المسير بواسطة شبكتها الهوائية المنزقة .

الكهربائية فضائل كثيرة : فهي دائمة الاستعداد للتحرك والعمل ، مما يساعد على تحسين معدل سرعة القطارات ؛ هذا بالإضافة إلى قيادة لينة سهلة . ثم إن الطاقة الكهربائية التي يستمدّها بواسطة مزلاجها^(٦) الهوائي ، تسمح للسائق بأن يقوم بغاية السهولة ، بعمليات الإقلاع وتنظيم السرعة والوقوف . ثم إن محركات هذه القاطرة تستطيع ، على منحدر طويل

أنشيء الخط الممتد من باريس أورسي الى باريس اوسترليتز ، والخط الممتد من باريس الأنفاليد إلى فرساي ، ثم تبعت فرنسا في هذا المضمار بلدان أخرى .

وتابع التطور سيره على مراحل ، حتى شملت الكهرباء قسماً كبيراً من شبكة الخطوط الوطنية الفرنسية ، فأمنت ثلاثة أرباع حركة النقل . ذلك أن للقاطرة

المسافة ، أن تعمل عمل مولدات الكهرباء ،
فتعيد إلى خط التموين ما سبق أن أخذته من
طاقة كهربائية ، فيما تؤمن كبهاً^(٧) آلياً
ممتازاً . هذا ، ناهيك عن^(٨) اختفاء الدخان
الذي كان يلوث الهواء والجو . ومما يذكر

أن القاطرة الكهربائية كانت قادرة ، سنة
١٩٥٥ ، وبسرعتها القياسية التي بلغت
٣٣١ كيلومتراً في الساعة ، على أن تحطم
كل أرقام السرعة القياسية ، المعروفة على
الخطوط الحديدية .

التفسير

- ١ - المنجزة : المحققة . أنجز العمل : حققه .
- ٢ - تعتمد - تستعمل .
- ٣ - كهربائية : تعتمد الماء في توليد الكهرباء .
- ٤ - الفحم الأبيض : يراد به القوة المائية .
- ٥ - كهربة الخطوط الحديدية : اعتماد الطاقة الكهربائية فيها .
- ٦ - المزلاج الهوائي : الذراع التي تستمد الكهرباء من الخط الهوائي .
- ٧ - الكبح : تخفيف السرعة .
- ٨ - ناهيك عن : فضلاً عن ، بالإضافة إلى ...

الاسئلة

- ١ - من هو « ورنرفون سيمنز » ؟
- ٢ - ماذا تعرف عن « شركة سيمنز » ؟
- ٣ - متى سیر سيمنز أول ترام كهربائي ، وأين ؟
- ٤ - كيف يستمد الترام الطاقة الكهربائية ؟
- ٥ - كيف طور سيمنز الخطوط الحديدية .
- ٦ - ما هي فضائل القاطرة الكهربائية ؟
- ٧ - هل القطار الكهربائي سريع ؟
- ٨ - كيف نصبح القاطرة الكهربائية مولدة للطاقة ؟

ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحكم
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحمينا من الأرض • الصابون والظفان للأناسة

النقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين • في طقم الفرس • خداس للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهدات الفراغ
- ٩ - التحكم على مسارة من هواء • المحرر في سيطرته على المتأهلي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروعة وانطلاق الملاحة ... • من عمرة كونيوس "البخارية إلى ستاراتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "ساري" "فرنكلين" • من المنظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول الحياكة • الدبابة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الشقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "السينسكوب" • علم المحفزات التي تقود بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي يخترع ريتام ... • آلة الحياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنج المخدر

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للستاد والضراء • هفرا بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيتم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة أكس يغير الكثافة
- ٢٣ - من الفلاسكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تخفق بالآمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السمرية على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشاف الجزيئات الدقيقة • الرفعية الذرية • المحرر الإلكتروني عين قارة على روية الغيوم
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبيس القديم إلى أبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تهرج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ،
والمناطيد والغواصات الأولى ، وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :
من القاطرة والسكة الحديدية الشقاب ، ومن التلفراف إلى التصوير
الشمسي ، ومن الدبابة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت
رسم : ب. برويست
ترجمة وإعداد : سهيل سمّاحة